

15.6.2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 6 月 2 1 日
Date of Application:

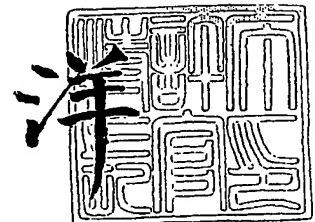
出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 1 8 2 3 5 2
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 1 8 2 3 5 2]

出 願 人 富 士 通 テ ン 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 5 年 2 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願
【整理番号】 1043863
【提出日】 平成16年 6月21日
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 G01S 13/34
G01S 7/40

【発明者】
【住所又は居所】 兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 2 8 号 富士通テン株式会社
社内
【氏名】 島 伸和

【特許出願人】
【識別番号】 000237592
【氏名又は名称】 富士通テン株式会社

【代理人】
【識別番号】 100099759
【弁理士】
【氏名又は名称】 青木 篤
【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】
【識別番号】 100092624
【弁理士】
【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】
【識別番号】 100102819
【弁理士】
【氏名又は名称】 島田 哲郎

【選任した代理人】
【識別番号】 100113826
【弁理士】
【氏名又は名称】 倉地 保幸

【選任した代理人】
【識別番号】 100082898
【弁理士】
【氏名又は名称】 西山 雅也

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 209382
【納付金額】 16,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9814498

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

送信信号を放射する送信部と、
前記送信信号による物体からの反射波を受信する複数のアンテナと、
前記複数のアンテナの各出力端子を入力端子に択一的に順次切換え接続する第 1 切換えスイッチ部と、
前記第 1 切換えスイッチ部の前記入力端子に入力された各アンテナからの受信信号を前記送信信号の一部を用いてダウンコンバートするダウンコンバート部と、
前記ダウンコンバート部の出力を、第 1 乃至第 n のフィルタ回路に択一的に切換え接続する第 2 切換えスイッチ部と、
前記第 1 乃至第 n のフィルタ回路の各出力を、第 1 乃至第 n の A/D 変換器に入力し、該第 1 乃至第 n の A/D 変換器から出力される第 1 乃至第 n の出力信号に所定の処理を施して、前記物体までの距離又は前記物体との相対速度を検出するデジタル信号処理部と、
前記複数のアンテナから選択された特定アンテナで受信された前記受信信号に基づいて出力された第 1 乃至第 n の出力信号のうちから選択された 2 出力信号を比較して、該第 1 乃至第 n の出力信号の特性変化を判断し、該特性の差を補正する信号特性判断部と、
を有するレーダ装置。

【請求項 2】

前記信号特性判断部は、前記第 1 処理信号と前記第 2 処理信号の夫々に含まれる信号レベル及び／又は位相を比較することにより前記第 1 乃至第 n の出力信号における特性変化の判断を行うことを特徴とする請求項 1 にレーダ装置。

【請求項 3】

前記信号特性判断部は、前記第 1 切換えスイッチを制御して、前記複数のアンテナの特定アンテナを選択し、前記第 2 切換えスイッチを制御して、該特定アンテナの受信信号から前記第 1 乃至第 n の出力信号を生成することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のレーダ装置。

【請求項 4】

前記信号特性判断部は、前記特性差があると判断した場合、前記第 1 乃至第 n の A/D 変換器の入力側に夫々接続された第 1 乃至第 n の調整器を制御し、該特性差を補正することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のレーダ装置。

【請求項 5】

前記第 1 乃至第 n の調整器の各々は、前記信号特性判断部によって制御される可変利得増幅器及び／又は可変位相器を含むことを特徴とする請求項 4 に記載のレーダ装置。

【請求項 6】

前記信号特性判断部は、前記特性差があると判断した場合、該特性差に応じた前記第 1 乃至第 n の出力信号に対する補正値を演算し、

前記デジタル信号処理部は、前記補正値に基づいて、前記第 1 乃至第 n の出力信号を補正することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のレーダ装置。

【請求項 7】

前記信号特性判断部は、前記デジタル信号処理部による前記物体までの距離又は前記物体との相対速度を検出する認識処理中において、間欠的に、前記特性変化に係る判断処理を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載のレーダ装置。

【請求項 8】

前記信号特性判断部は、前記物体との相対的な前記距離が変化しないと認識されたとき、前記特性変化に係る判断処理を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載のレーダ装置。

【請求項 9】

前記信号特性判断部は、当該装置が搭載された車両が走行停止中であることが認識されたとき、前記特性変化に係る判断処理を行うことを特徴とする請求項 8 に記載のレーダ装置。

【請求項 10】

前記信号特性判断部は、前記第 1 乃至第 n の出力信号の信号レベル及び又は位相が所定値以上又は所定範囲内にあるとき、前記特性変化に係る判断処理を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載のレーダ装置。

【請求項 11】

前記信号特性判断部は、演算した前記補正値を前記第 1 乃至第 n の出力信号に関連付けて記憶し、前記補正値により補正された前記第 1 乃至第 n の出力信号に基づいて前記認識処理が実行されることを特徴とする請求項 6 乃至 10 のいずれか一項に記載のレーダ装置。

【請求項 12】

前記信号特性判断部は、外部指示に従って、前記第 1 乃至第 n の出力信号の特性変化に係る判断処理を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか一項に記載のレーダ装置。

【請求項 13】

前記信号特性判断部は、当該装置の初期調整として、前記特性変化に係る判断処理を行い、該特性変化がある場合に、演算した前記補正値を前記第 1 乃至第 n の出力信号に関連付けて記憶することを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載のレーダ装置。

【請求項 14】

前記信号特性判断部は、前記特性変化があると判断したとき、外部に報知することを特徴とする請求項 1 乃至 13 のいずれか一項に記載のレーダ装置。

【請求項 15】

前記信号特性判断部は、前記特性変化があると判断したとき、該特性変化が所定範囲内でない場合に、ダイアグ情報を外部に出力することを特徴とする請求項 14 に記載のレーダ装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】レーダ装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、連続波（CW）を周波数変調（FM）した送信信号を用いる FM-CW レーダ装置であって、送信信号による反射波の受信が切換えられる複数のアンテナを備え、デジタルビームフォーミング（DBF）処理が行われる電子スキャン方式によるレーダ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の DBF 型のレーダ装置においては、送信信号を電磁波として放射する送信部と、電磁波が物体に到達して、この物体から反射された電磁波を受信信号として受信する複数の素子アンテナからなるアレーアンテナが備えられている。各素子アンテナは、切換えスイッチの複数の入力端子にそれぞれ接続され、この複数の入力端子のいずれか 1 つと択一的に切換えスイッチの出力端子に切換え接続される。出力端子から得られた選択されたアンテナからの受信信号を、送信信号の一部を用いてダウンコンバートすることによって、送信信号と受信信号との差信号が生成され、受信部の信号処理部において、この差信号がデジタル信号に変換され、このデジタル信号に対して所定の処理を施すことによって、物体までの距離又は相対速度が検出されるようになっている（例えば、特許文献 1 を参照）。

【0003】

また、アレーアンテナ構成のレーダ装置において、各アンテナに共通に 1 つのフロントエンドを備え、各アンテナを順次切換え接続するように構成することにより、各アンテナに直結し、夫々に対応した高周波（RF）受信回路を設ける必要を無くしたレーダ装置が開発されている（例えば、特許文献 2 を参照）。

【0004】

また、送信部、アレーアンテナ部、切換えスイッチ部、受信回路部、そして、デジタル信号処理部を備え、アレーアンテナ部の各アンテナを順次切換え接続し、デジタル信号処理部でデジタルビームフォーミング処理を施して物体の検知を行う FM-CW レーダ装置が開示されている（例えば、特許文献 3 を参照）。このレーダ装置では、切換えスイッチ部が、ビート信号を生成する受信部に各アンテナのいずれかを選択的に切換えており、周波数変調の繰り返し周期における 1 周期の中で複数のアンテナの一部を選択し、選択されたアンテナ間において切換え接続を繰り返し行うようにしている。この構成により、RF 受信回路、高帯域のミキサ、アナログ-デジタル（AD）変換器等の高価なデバイスをアンテナの数に関係なく、一組で済むようにしている。

【0005】

【特許文献 1】特開平 11-160423 号公報

【特許文献 2】特開平 11-64485 号公報

【特許文献 3】特開平 11-311668 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

以上に述べたような従来技術による FN-CW レーダ装置では、各アンテナを順次切換えながら、DBF 処理を施して、受信信号の位相差を検出する電子スキャン方式が採用されているので、受信回路部に、何らかの部品故障、使用環境の温度変動などによる特性変化が存在すると、受信信号の位相差の検知に異常を来すことになる。

【0007】

しかしながら、特許文献 3 に開示された従来技術による FM-CW レーダ装置は、RF 受信回路、高帯域のミキサ、AD 変換器等を含む受信回路部は、1 組のみを備えているだけである。受信信号がこの受信回路部で処理されるので、受信回路部自体に上述の特性変

化が発生していても、その処理結果に、位相差検知の異常があるとの判断できないという問題があった。

【0008】

そこで、本発明は、受信回路部自体を利用して、該受信回路部の特性変化を自己判断できるようにし、その自己判断の結果、受信回路部に特性変化が存在すると判断された場合には、その特性を補正でき、異常の発生時には、ダイアグ情報などを出力できるレーダ装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

以上の課題を解決するため、本発明のレーダ装置では、送信信号を放射する送信部と、前記送信信号による物体からの反射波を受信する複数のアンテナと、前記複数のアンテナの各出力端子を入力端子に択一的に順次切換え接続する第1切換えスイッチ部と、前記第1切換えスイッチ部の前記入力端子に入力された各アンテナからの受信信号を前記送信信号の一部を用いてダウンコンバートするダウンコンバート部と、前記ダウンコンバート部の出力を、第1乃至第nのフィルタ回路に択一的に切換え接続する第2切換えスイッチ部と、前記第1乃至第nのフィルタ回路の各出力を、第1乃至第nのAD変換器に入力し、該第1乃至第nのAD変換器から出力される第1乃至第nの出力信号に所定の処理を施して、前記物体までの距離又は前記物体との相対速度を検出するデジタル信号処理部と、前記複数のアンテナから選択された特定アンテナで受信された前記受信信号に基づいて出力された第1乃至第nの出力信号のうちから選択された2出力信号を比較して、該第1乃至第nの出力信号の特性変化を判断し、該特性の差を補正する信号特性判断部とを備えることとした。

【0010】

そして、前記信号特性判断部は、前記第1処理信号と前記第2処理信号の夫々に含まれる信号レベル及び／又は位相を比較することにより前記第1乃至第nの出力信号における特性変化の判断を行うこととした。

【0011】

前記信号特性判断部は、前記第1切換えスイッチを制御して、前記複数のアンテナの特定アンテナを選択し、前記第2切換えスイッチを制御して、該特定アンテナの受信信号から前記第1乃至第nの出力信号を生成することとし、前記特性差があると判断した場合、前記第1乃至第nのAD変換器の入力側に夫々接続された第1乃至第nの調整器を制御し、該特性差を補正することとした。

【0012】

さらに、前記第1乃至第nの調整器の各々には、前記信号特性判断部によって制御される可変利得増幅器及び／又は可変位相器を含めるようにした。

【0013】

また、前記信号特性判断部は、前記特性差があると判断した場合、該特性差に応じた前記第1乃至第nの出力信号に対する補正値を演算し、前記デジタル信号処理部は、前記補正値に基づいて、前記第1乃至第nの出力信号を補正することとした。

【0014】

前記信号特性判断部は、前記デジタル信号処理部による前記物体までの距離又は前記物体との相対速度を検出する認識処理中において、間欠的に、前記特性変化に係る判断処理を行うこととした。

【0015】

前記信号特性判断部は、前記物体との相対的な前記距離が変化しないと認識されたとき、前記特性変化に係る判断処理を行うこととし、特に、前記信号特性判断部は、当該装置が搭載された車両が走行停止中であることが認識されたとき、前記特性変化に係る判断処理を行うようにした。

【0016】

また、前記信号特性判断部は、前記第1乃至第nの出力信号の信号レベル及び又は位相

が所定値以上又は所定範囲内にあるとき、前記特性変化に係る判断処理を行い、前記信号特性判断部は、演算した前記補正値を前記第1乃至第nの出力信号に関連付けて記憶し、前記補正値により補正された前記第1乃至第nの出力信号に基づいて前記認識処理が実行されるようにした。

【0017】

前記信号特性判断部は、外部指示に従って、前記第1乃至第nの出力信号の特性変化に係る判断処理を行うこととし、前記信号特性判断部は、当該装置の初期調整として、前記特性変化に係る判断処理を行い、該特性変化がある場合に、演算した前記補正値を前記第1乃至第nの出力信号に関連付けて記憶することとした。

【0018】

前記信号特性判断部は、前記特性変化があると判断したとき、外部に報知することとし、さらに、前記信号特性判断部は、前記特性変化があると判断したとき、該特性変化が所定範囲内にない場合に、ダイアグ情報を外部に出力することとした。

【発明の効果】

【0019】

以上のように、本発明のレーダ装置によれば、特別に補正のための装置を用意する必要がなく、通常動作時においても、的確に且つ迅速に、アレイアンテナで受信した受信信号を処理するフィルタ回路とAD変換部を含む受信回路系に特性変化があること、或いは、発生したことが判断され、その結果により、受信回路系に対して補正処理を実行できるので、工場出荷時の初期調整において、簡単に、受信回路系の処理性能の差による受信信号の特性のバラツキを補正でき、また、動作中の環境変化による温度変動に対しても、随時補正でき、常に、精度向上を図ることができる。

【0020】

また、本発明のレーダ装置によれば、複数の受信アンテナに対応して備えられた複数の受信回路系に、元々、性能差があっても、或いは、各受信回路系自体の経年変化による特性劣化、レーダ装置動作中の各受信回路系の異常動作が生じて、その異常による特性変化などに対応して補正処理を行うことができるので、常に、レーダ装置の認識処理の精度向上を図ることができる。

【0021】

さらに、本発明によるレーダ装置では、受信回路系に、特性変化や、異常が発生した場合には、装置内で自己判断され、ダイアグ情報などが出力されるため、レーダ装置の保守を容易にしている。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

次に、本発明によるレーダ装置の実施形態を説明するが、その実施形態について説明する前に、本実施形態のレーダ装置の基本となるデジタルビームフォーミング(DBF)処理を行う電子スキャン方式によるレーダ装置について説明する。

【0023】

FM-CWレーダ装置は、例えば、三角波形状の周波数変調された連続の送信波を、ターゲットである、前方の車両などに向けて出力し、その送信波による反射波を受信することにより、例えば、前方の車両との距離を求めている。即ち、レーダ装置からの送信波が前方の車両で反射され、反射波の受信信号と送信信号をミキシングして得られるビート信号(レーダ信号)を得る。このビート信号を高速フーリエ変換して周波数分析を行う。周波数分析されたビート信号には、ターゲットに対してパワーが大きくなるピークが生じるので、このピークに対するピーク周波数を取得する。

【0024】

このピーク周波数には、距離に関する情報が含まれており、前方車両との相対速度によるドップラ効果のために、FM-CW波に係る三角波の各々におけるアップ区間とダウン区間とでは、このピーク周波数は異なる。そして、このアップ区間とダウン区間のピーク周波数から、前方の車両との距離及び相対速度が得られる。なお、前方の車両が複数存在

する場合には、ペアリング処理によって、各車両に対して一対のアップ区間とダウン区間のピーク周波数を取得するようにしている。

【0025】

以上のような距離及び相対速度を検出できるFM-CWレーダ装置では、電圧制御発振器に変調信号発生器から変調信号を加えてFM変調したFM変調波が、送信信号として送信アンテナを介して外部に送信されると共に、送信信号の一部が分岐されて、ダウンコンバート部であるミキサに加えられる。一方、ターゲットである物体から反射された反射波を受信アンテナで受信し、ミキサで電圧制御発振器の出力信号とミキシングし、ビート信号が生成される。このビート信号は、バンドパスフィルタ回路を介してAD変換器に入力され、そこで、ディジタルサンプリングされた後、ディジタル信号処理部で高速フーリエ変換等により信号処理がされて、距離および相対速度が求められる。

【0026】

ディジタルビームフォーミング(DBF)処理は、複数の受信アンテナで構成されるアレーアンテナの各々の受信信号をAD変換して、ディジタル信号処理部に取り込み、ビーム走査やサイドローブ特性等の調整をディジタル信号処理部で行われる。

【0027】

DBF処理を採用したレーダ装置は、フェーズドアレーアンテナレーダの移相器の機能をディジタル信号処理で行うものである。このDBF型レーダ装置では、電圧制御発振器に変調信号発生器から変調信号を加えてFM変調し、FM変調波を送信信号として、送信アンテナを介して外部に送信すると共に、送信信号の一部が分岐されて、受信アンテナの数に対応した複数のミキサに加えられる。一方、物体から反射された反射波は、複数の受信アンテナで受信され、各受信アンテナからの受信信号は、夫々の増幅器を経て、複数のミキサに入力され、ここで、電圧制御発振器からの出力信号とミキシングされて、夫々のビート信号が生成される。

【0028】

生成された各ビート信号は、夫々のバンドパスフィルタ回路を経て、各AD変換器によってディジタル信号に変換され、ディジタル信号処理部に送られる。ディジタル信号処理部(DSP)では、各チャンネルからのディジタル信号を移相処理し、全チャンネルの合成を行い、マルチビームが形成される。

【0029】

DBFの特徴は、全受信アンテナの信号をディジタル信号として取り込むと、それをもとに、任意の方向にビーム合成ができるため、1回の取り込みで複数のビームを形成できることである。

【0030】

この様なDBF型のFM-CW方式のレーダ装置を改良した具体例が、図1に示されている。図1に示されたレーダ装置の構成が、本実施形態のレーダ装置の基本となっている。このレーダ装置には、複数のアンテナによるアレーアンテナが備えられ、図1の例では、アレーアンテナは、送信アンテナAT、受信アンテナAR1、AR2が含まれている。送信アンテナAT、増幅器1、VCOと表記された電圧制御発振器2、そして、MODと表記された変調信号発生器3によって、送信部が形成されている。

【0031】

さらに、そのレーダ装置には、受信アンテナAR1、AR2を増幅器5に択一的に切換え接続するSW1と表記された第1切換えスイッチ4、送信信号の一部を受信信号とミキシングするミキサ6、ミキシングされた信号をBP1、BP2と表記されたバンドパスフィルタ回路81と82に択一的に入力するSW2と表記された第2切換えスイッチ7、バンドパスフィルタ81と82の各々の出力が入力され、DSPと表記されたディジタル信号処理部9に組み込まれ、AD1、AD2と表記されたAD変換器91と92が備えられている。

【0032】

増幅器5とミキサ6によりダウンコンバート部が形成され、バンドパスフィルタ81、

82と、AD変換器91、92とで、受信回路部が形成されている。図1に示されたレーダ装置の例では、受信アンテナが、2個の場合であって、この2個のアンテナに対応させて、バンドパスフィルタ回路とAD変換器とを組とする受信回路系が2個備えられている。図1では、代表的に、2個の受信アンテナが備えられている例が示されたものであり、受信回路部の構成としては、受信アンテナの個数に対応して、バンドパスフィルタ回路とAD変換器の組による受信回路系が複数備えられ、第2切換えスイッチによって択一的に切換え接続されるようになっている。

【0033】

この様に構成されたレーダ装置において、電圧制御発振器2の出力信号に、変調信号発生器3からの変調信号を加えてFM変調信号を生成し、このFM変調信号が、送信信号として、送信アンテナATを介して、外部に送信される。それと共に、該送信信号の一部が分岐されてダウンコンバート部であるミキサ6に加えられる。一方、物体から反射された送信信号による反射波は、受信信号として複数の受信アンテナAR1、AR2で受信される。ここで、受信アンテナAR1、AR2の信号路をそれぞれチャンネルch1、chnとする。第1切換えスイッチ4で、複数の受信アンテナの各出力端子を、増幅器5を介してダウンコンバート部のミキサ6の入力端子に、択一的に順次切換え接続し、ダウンコンバート部に入力する各チャンネルch1、ch2からの信号を切換える。

【0034】

この切換え動作は、デジタル信号処理部9に備えられた切換え信号発生器から出力される信号により制御される。この切換え信号は、所定周波数を有するクロック信号であり、チャンネルch1、ch2の受信信号は、所定周波数による切換え信号の立ち上がりエッジ及び立ち下りエッジで、チャンネルの切換え接続が行われる。その結果、クロック信号による所定時間の間に、チャンネルch1が増幅器5と接続され、次の所定時間の間に、チャンネルch2が増幅器5と接続される。以降、同様に、次の所定時間の間に、チャンネルch1とch2とが交互に、増幅器5と接続される。この様に、全て同じ時間間隔の周期で、チャンネルが切換えられる。

【0035】

増幅器5に入力された受信信号は、ダウンコンバート部であるミキサ6に入力され、電圧制御発振器2からの送信信号とミキシングされてダウンコンバートされ、ビート信号が生成される。このビート信号は、第2切換えスイッチ7に出力される。第2切換えスイッチ7は、このビート信号が、バンドパスフィルタ回路81、82、及び、AD変換器91、92をそれぞれ有する2チャンネルに択一的に順次入力されるように、切換える。この切換え動作は、デジタル信号処理部9に備えられた切換え信号発生器からの信号により制御され、上述した周期で、第1切換えスイッチ4によるアンテナ切換え動作と同期している。

【0036】

バンドパスフィルタ回路81と82は、それぞれAD変換器91と92に接続されており、バンドパスフィルタ回路81と82に入力した信号は、それぞれAD変換器81と82によってデジタル信号に変換され、デジタル信号処理部9で、高速フーリエ変換等により信号処理がされる。そして、各チャンネルからのデジタル信号について位相処理され、全チャンネルの合成が行われ、距離及び相対速度が測定される。

【0037】

図1に示されたレーダ装置では、受信アンテナの数と、バンドパスフィルタ回路の数を同じとしたが、バンドパスフィルタ回路の数は、受信アンテナの数より少なくてもよい。しかし、バンドパスフィルタ回路の数は、同時に受信アンテナを切換えなければならない数だけ必要である。例えば、同期して切換える受信アンテナの数が2であれば、バンドパスフィルタ回路の数も2でよい。

【0038】

また、図1では、AD変換器を複数設けたが、別途に第3切換えスイッチを挿入し、AD変換器を1つにし、第3切換えスイッチによって複数のバンドパスフィルタが切換え接

続されるようにしてもよい。この場合、第3切換えスイッチの切換え動作は、デジタル信号処理部9の切換え信号発生器5から出力される信号によって制御され、受信アンテナの切換え動作と同期して行われる。

【0039】

図1に示されたように、これまでに提案されたDBF型のFM-CW方式のレーダ装置においては、受信回路部として、受信アンテナの数に対応した分だけ、バンドパスフィルタ回路とAD変換器との組による受信回路系を備えている。ここで、レーダ装置における距離及び相対速度検出のための認識処理中における受信回路部への入力波形と、受信回路部におけるAD変換器への入力波形について、図2に示した。図2(a)は、第1切換えスイッチ4でチャンネルch1とch2が切換えられて、ダウンコンバート部に入力され、そこからの出力信号の波形を示し、図2(b)は、第2切換えスイッチ7で切換えられて、各々をバンドパスフィルタ回路81又は82に入力し、そこで処理された後のAD変換器91又は92への入力信号の波形を示している。

【0040】

ところで、受信回路部を構成する2受信回路系が同じ特性を有していれば、受信アンテナAR1とAR2も、同一特性を有しているので、ダウンコンバート部の出力信号におけるチャンネルch1とch2に係る信号波形は、同一波形となり、時間的には第1切換えスイッチ4の切換え周期だけずれている筈である。しかし、例えば、各受信アンテナの特性に差異があると、図2(a)に示されるように、ダウンコンバート処理されたSPDT入力信号のチャンネルch1とch2に係る信号波形も互いに異なった形状のものとなる。

【0041】

そこで、図2(a)に示されるように、SPDT入力信号に含まれるチャンネル信号ch1とch2の波形が互い異なっている場合には、図2(b)に示されるように、バンドパスフィルタ回路81と82でフィルタ処理され、AD変換器91と92に入力されるチャンネル信号ch1とch2も、互いに異なった波形となる。チャンネル信号ch1は、チャンネル信号ch2の振幅より低く、チャンネル信号ch1側のゲインが小さく、また、チャンネル信号ch1とch2とは、位相がずれていることが分かる。これらのチャンネル信号ch1とch2とに基づいて方位検出を行うと、各波形間に、信号レベル及び位相にずれがあるため、認識処理における方位検出に異常が発生することとなる。

【0042】

図2(a)及び(b)の場合は、各受信アンテナ間の特性差に起因したものとして説明したが、各受信アンテナが同一特性であるときでも、複数の受信回路系が備えられている場合、各受信回路系間の特性差が存在するときには、各受信回路系で処理された各チャンネル信号にも、図2(b)に示されたものと同様の現象が発生する。複数の受信回路系が備えられているときに、方位検出に異常が発生する基となる要因としては、1)製造時などのように、各受信回路系のゲイン、位相が未調整である場合、2)レーダ装置の使用環境の影響により各受信回路系のゲイン、位相にバラツキが発生する場合、3)特定の受信回路系に故障などの異常が発生した場合などが挙げられる。

【0043】

そこで、本実施形態のレーダ装置では、方位検出の的確性に影響する複数の受信回路系の間における特性差を無くす補正を行うことによって、各受信回路系の特性変化、或いは、バラツキによる認識処理上の影響を排除できるようにした。このため、本実施形態のレーダ装置では、このレーダ装置に複数の受信回路系が備えられていることを利用して、各受信回路系に共通するチャンネル信号を供給することで、各受信回路系の間の特性差を検出し、その特性差によって、受信回路系の異常に関する自己判断を行うようにした。

【0044】

各受信回路系に共通するチャンネル信号を供給する仕方として、複数の受信アンテナにおける特定アンテナを選択して、この特定アンテナで受信した受信信号を各受信回路系に供給するように、第1切換えスイッチ4と第2切換えスイッチとを制御する。通常認識処理中においては、第1切換えスイッチ4と第2切換えスイッチ7とは同期して、対応する受

信アンテナと受信回路系とを切換え接続しているが、受信回路系の異常自己判断時には、第1切換えスイッチ4は、特定アンテナのみに固定的に接続するように制御され、第2切換えスイッチ7は、複数の受信回路系から2組の受信回路系を選択して、各々を切換え接続するように制御される。これで、特定アンテナで受信した受信信号に係るチャネル信号を当該受信回路系の夫々に供給するように制御される。

【0045】

その受信回路系の異常に関する自己判断の原理を、図3(a)及び(b)に、図1に示されたレーダ装置を例にしたチャネル信号の波形で示した。図3(a)には、第2切換えスイッチ7から出力される出力信号の波形が示されている。このとき、受信アンテナAR1が、第1切換えスイッチ4によって、特定アンテナとして選択されている。受信アンテナAR1が、送信アンテナATから送信された送信信号による反射波を受信する。そして、この受信信号に基づいて、ダウンコンバータ部でビート信号が生成される。このビート信号は、第2切換えスイッチ7によって、通常認識処理中における切換え周期で、切換えられ、チャネル信号ch11とch12が生成される。

【0046】

このチャネル信号ch11は、太線で示され、チャネルch12は、細線で示されるように、チャネル信号ch11とch12とは、切換え周期で交互に現れ、これらの信号の包絡線が、ビート信号になっている。そこで、チャネル信号ch11は、バンドパスフィルタ回路81に、チャネル信号ch12は、バンドパスフィルタ回路82に夫々入力される。

【0047】

図3(b)には、バンドパスフィルタ回路の出力であり、AD変換器91、92の入力信号の波形が示されている。AD変換器91の入力信号の波形は、チャネル信号ch11で表され、AD変換器92の入力信号の波形が、チャネル信号ch12で表されている。図3(b)に示された波形から分かるように、選択された2組の受信回路系に係る特性が同じであれば、チャネル信号ch11とチャネル信号ch12の波形も同一のものとなるが、これらの受信回路系に特性差があれば、信号波形における振幅及び／又は位相にずれが発生することになる。そのため、チャネル信号ch11とチャネル信号ch12との信号レベル及び／又は位相のずれを検出すれば、これらの受信回路系の間における特性差を自己判断できる。

【0048】

次に、上述した受信回路系の異常に関する自己判断の原理を、図1に示したレーダ装置に適用した本実施形態について、図4及び図5を参照しながら説明する。その本実施形態のレーダ装置の構成が、図4に示されている。図4に示された本実施形態のレーダ装置は、図1に示されたレーダ装置の構成をそのまま利用しているので、同じ構成部分には、同じ符号が付されている。

【0049】

ここで、本実施形態のレーダ装置においては、図1のレーダ装置のデジタル信号処理部9に、信号特性判断部93が追加的に設けられている。そして、この信号特性判断部93は、受信回路系の信号特性判断時のみ、第1切換えスイッチ4と第2切換えスイッチ7の切換え動作を制御し、特定アンテナで受信した受信信号から得られたAD変換器91及び92のチャネル信号出力に基づいて、複数の受信回路系における特性差を判断する。その判断結果により、チャネル信号の信号レベル及び／又は位相を補正する。

【0050】

さらに、図3に示した本実施形態のレーダ装置の例では、チャネル信号の信号レベル及び／又は位相を補正するため、各信号回路系の途中に、調整器101、102が、各信号回路系の途中であるバンドパスフィルタ回路とAD変換器との間に挿入され、その調整器の各々は、信号特性判断部93によって、信号特性判断時に信号レベル及び／又は位相がアナログ的に調整され、その調整値を保持するものである。これによって、通常認識処理時において、受信回路系の特性差が補正される。調整器101、102は、可変利得増幅

器、位相器を含み、図中では、L/Pと表記されている。

【0051】

また、チャネル信号に対する調整機能は、図4に示されるように、ハード的に、調整器を受信回路系内に挿入することで実現できるが、デジタル信号処理部9内において、チャネル信号をAD変換した後の処理信号をソフト的に調整するようにして、通常認識処理時において、受信回路系における特性差が補正されるようにしてもよい。この場合には、特性差を補正する補正值をデジタル信号処理に使用するため、記憶部に記憶しておく。

【0052】

以上のことは、各受信回路系の間において、特性差が元々存在していても、或いは、動作中に特性差が発生していても、以後の処理にあたっては、この保持された、或いは、記憶された補正值に従って、各受信回路系で処理された出力信号が自動的に補正されることになるので、通常の認識処理上では、各受信回路系間の特性差が解消されている。3個以上の複数の受信アンテナを備えたレーダ装置の場合でも、特定アンテナに関連する受信回路系と、他の受信アンテナに関連する受信回路系とを組み合わせ、上述の手法を繰り返すことにより、全ての受信回路系に対して、受信回路系間の特性差を補正することができ、全体として、揃った特性が得られる。

【0053】

次に、これまでに説明してきたように、受信回路系間におけるチャネル信号に係る特性変化を判断することにより、受信回路系の特性差を解消する仕方に従い、デジタル信号処理部9に含まれている信号特性判断部93における実際の補正処理の手順について、図5に示されたフローチャートを参照して説明する。

【0054】

図5に示された補正処理の手順は、図4に示されたレーダ装置の場合を例にしている。まず、最初に、デジタル信号処理部9において、処理部のメイン処理である通常の認識処理が開始されると、信号特性判断部93が起動される。信号特性判断部93には、タイマが備えられ、この起動により、タイマが動作を開始し、例えば、10秒経過したかどうか判断される（ステップS1）。

【0055】

ここで、10秒経過していない場合には（ステップS1のY）、デジタル信号処理部9は、通常の認識処理を実行することとし、第1切換えスイッチ4と第2切換えスイッチ7とを同期した切換え動作に制御する（ステップS2）。

【0056】

そして、デジタル信号処理部9は、バンドパスフィルタ回路81、82から入力されたチャネル信号ch1、ch2に対して、AD変換処理を行わせ（ステップS3）、次いで、FFT処理を行わせ、方位検出などの通常の認識処理が行われる（ステップS4）。その後、ステップS1に戻り、10秒経過するまで、デジタル信号処理部9は、通常の認識処理を続行する。

【0057】

一方、10秒が経過したと判断された場合には（ステップS1のN）、信号特性判断部93が、第1切換えスイッチ4を制御して、受信アンテナAR1、AR2のいずれか一方を特定アンテナとして、固定的にオン状態に制御する（ステップS5）。図4では、特定アンテナは、受信アンテナAR1が選択され、受信アンテナAR1で受信したチャネル信号ch1が比較判断の基準となっている。

【0058】

次いで、信号特性判断部93は、第2切換えスイッチの切換え接続を制御し、チャネル信号ch1からチャネル信号ch11とch12を生成し、バンドパスフィルタ回路81と82の各々に入力させ、バンドパスフィルタ回路81と82の出力を、AD変換器91と92にAD変換処理を行わせる（ステップS6）。

【0059】

ここで、信号特性判断部93は、チャネル信号ch11に係るAD変換信号と、チャネ

ル信号 c h 1 2 に係る A D 変換信号とを比較する (ステップ S 7)。ここでは、各 A D 変換信号に基づいて、チャネル信号 c h 1 1 とチャネル信号 c h 1 2 とに含まれる信号レベル及び／又は位相に係るずれが判断され、そのずれ量が演算される。このずれ量は、特性差を解消するための補正值となる。

【0060】

次いで、演算されたずれ量に基づいて、チャネル信号 c h 1 1 とチャネル信号 c h 1 2 との双方に係る信号レベル及び／又は位相が同等であるかどうか判断される (ステップ S 8)。

【0061】

ここで、各信号レベル及び／又は位相が同等であると判断された場合には (ステップ S 8 の Y)、製造過程で、元々、各受信回路系の特性差があった可能性があつて、補正済みであり、或いは、それ程、受信回路系の性能劣化が進んでいない可能性があることを示すものであり、受信回路系に特性変化が発生していないとして、前回の補正処理で求められ、既に設定された補正值を維持し、前の状態としておく (ステップ S 9)。そして、ステップ S 1 に戻り、デジタル信号処理部 9 は、通常の認識処理を行う。

【0062】

また、各信号レベル及び／又は位相が同等でないと判断された場合には (ステップ S 8 の N)、さらに、信号レベル値及び／又は位相値が所定の範囲外のものであるかどうか判断される (ステップ S 10)。これは、主として、受信回路系の故障状態を判断するものである。

【0063】

信号レベル値及び／又は位相値が所定の範囲内のものである場合には (ステップ S 10 の N)、受信回路系の性能劣化が進んでいる可能性があり、或いは、動作環境の温度変動の影響で特性に変化が発生した可能性があることを示すものであり、ステップ A 7 において演算されたずれ量に基づいて補正值を生成し、今回の補正処理で求められた補正值によって、前回の補正処理で求められた既設定の補正值を更新する (ステップ S 11)。そして、ステップ S 1 に戻り、デジタル信号処理部 9 は、通常の認識処理を行う。なお、この更新時に、当該受信回路系について、特性変化があつたことを外部に報知するようにしてもよい。

【0064】

また、信号レベル値及び／又は位相値が所定の範囲外のものである場合には (ステップ S 10 の Y)、当該受信回路系が異常処理状態になっていることを示し、デジタル信号処理部 9 における通常の認識処理に、重大な影響を与える危険性があることを示すものであり、この場合には、ダイアグ情報を出力し、外部に受信回路系の異常を報知する (ステップ S 12)。

【0065】

例えば、当該認識処理中の流れからは発生し得ないような、受信回路系からの出力に信号レベルの急激な変動が生じた場合に、受信回路系の特性変化に関する判断処理を実行すれば、受信回路系の一つに、突然に異常が発生したことを自動的に検知することができ、レーダ装置の認識が誤っていることを確実に報知することができる。

【0066】

以上のように、信号特性判断部 9 3 は、第 1 切換えスイッチ 4 と第 2 切換えスイッチとの切換え接続を制御して、特定アンテナで受信されたチャネル c h 1 に基づいて、チャネル信号 c h 1 1 とチャネル信号 c h 1 を生成するようにし、各受信回路系に同じチャネル信号を入力する。この同じ特性を有するチャネル信号によって、各受信回路系の処理結果を比較できるようになっている。そのため、各受信回路系自体に特性の変化が発生し、或いは、各受信回路系の特性にバラツキがあつても、通常の認識処理に影響しないように、当該受信回路系に対して求めた補正值で補正することができる。

【0067】

なお、各受信回路系に調整器 101 と 102 が挿入されている場合には、信号特性判断

部 93 がこれらの調整器を制御することにより、各受信回路系に対する補正処理が行われるが、これらの調整器による調整機構が正常に機能しているかどうか判断される必要性があることも有り得る。この様な場合、例えば、各調整器に含まれる可変利得増幅器が、調整のためオン・オフ制御される形式のものであれば、各受信回路系間で、このオン・オフ制御状態の差を比較することで、各調整機構が正常であるかどうかを判断することができる。各調整機構間で、オン・オフ制御状態に差異があれば、調整することができる。

【0068】

図 5 のフローチャート図では、信号特性判断部 93 による各受信回路系の特性変化に係る判断の仕方と、特性変化した場合の補正処理の手順とについて、説明した。ここでは、タイマにより、デジタル信号処理部 9 における通常の認識処理中に、例えば、10 秒間隔で、各受信回路系に係る特性変化を判断処理した。次に、この受信回路系の特性変化に係る判断処理を、他に、どの様なときに実施できるかについて説明する。

【0069】

受信回路系の特性変化の判断処理は、レーダ装置の外部から信号特性判断部 93 に処理指令を送って、任意のときに実施されるようにしてもよい。例えば、工場出荷時の製品検査の段階で、検査係が指令し、出荷される製品の品質を均一化する場合に採用することができる。また、レーダ装置のユーザが、任意のタイミングで処理指令を行って、レーダ装置の認識処理の精度を向上することもできる。

【0070】

一方、レーダ装置が車両に搭載されている場合のように、車両の走行中の装置動作中において、レーダ装置における通常の認識処理の間に、間欠的に、且つ自動的に、信号特性判断部 93 に起動され、その都度、補正処理が行われるように、設定することもできる。図 5 の例では、タイマで所定時間毎に補正処理が行われたが、通常認識処理の所定回数毎に 1 回の補正処理が実行されるようにしてもよい。

【0071】

また、車両の速度計などから車速を検出し、車両が停止中であるときに、受信回路系の補正処理を実行するようにしても良い。ここで、車速が 0 でなく、走行しているときには通常の認識処理を続行させ、車両が停止中であり、車速が 0 であるときに、上述した補正処理の手順に従って、補正值を演算し、当該補正值を維持するか、又は、補正值を更新するか補正処理が実行される。さらに、演算された補正值が、想定範囲外の場合には、ダイアグ情報を出力する。

【0072】

車両が停止している場合にのみ、補正処理が実行されるが、車両が停止中であると、車両の前方にあるターゲットとの距離が固定化されるため、受信信号の入力が安定し、補正処理の精度向上を期待できる。勿論、車両が停止中のみに補正処理を実行する条件とせず、単純に、所定回数毎に、定期的に補正処理を実行させることでも、本発明の目的を達成することができる。

【0073】

車両が停止中であるときは、つまり、受信信号の入力が安定しているときであり、受信回路系の特性変化に関する判断処理が的確に実行されるものであることから、車両が停止中である場合に限られず、受信回路系に入力されるチャネル信号が安定していれば良く、例えば、走行中であっても、車両の前方にあるターゲットとの相対距離が安定しているときでも、もしくは、受信レベルが高い場合にのみ実行してもよい。

【0074】

これまでの説明では、受信回路系の特性変化に関する判断処理は、主に、時間的条件に従って実行されるものであったが、レーダ装置の使用環境に係る温度の変化時に、受信回路系の特性変化に関する判断処理を実行するようにしてもよい。例えば、レーダ装置に直接に、或いは、その近傍に、温度センサを設けておき、このセンサで、受信回路系に関わる温度を検出する。受信回路系は、温度変化に影響されて、その性能、処理特性も変化し、受信回路系毎に、その変化度合いもばらついている。

【0075】

そのため、信号特性判断部93は、この温度センサからの温度情報に基づいて、例えば、検出された温度が所定範囲を超えている場合に、受信回路系の特性変化に関する判断処理を実行するようにする。この様に、温度情報を検出することにより、レーダ装置の環境変化に追従して、補正処理が正確に行われる。この環境変化に追従した補正処理と、上述した間欠的な補正処理と組み合わせることにより、更に精度のよい補正を行える。

【図面の簡単な説明】

【0076】

【図1】 デジタルビームフォーミング処理を行うFM-CW方式によるレーダ装置の基本構成を説明する図である。

【図2】 図1に示されたレーダ装置におけるダウンコンバート後の2受信回路系に係る出力信号間の特性変化を説明する波形図である。

【図3】 FM-CW方式によるレーダ装置におけるダウンコンバート後の2受信回路系に係る出力信号間の特性差を補正する原理を説明する波形図である。

【図4】 本発明によるレーダ装置の実施形態に係る構成を説明する図である。

【図5】 本発明によるレーダ装置における信号特性判断に係る処理動作の手順を説明するフローチャート図である。

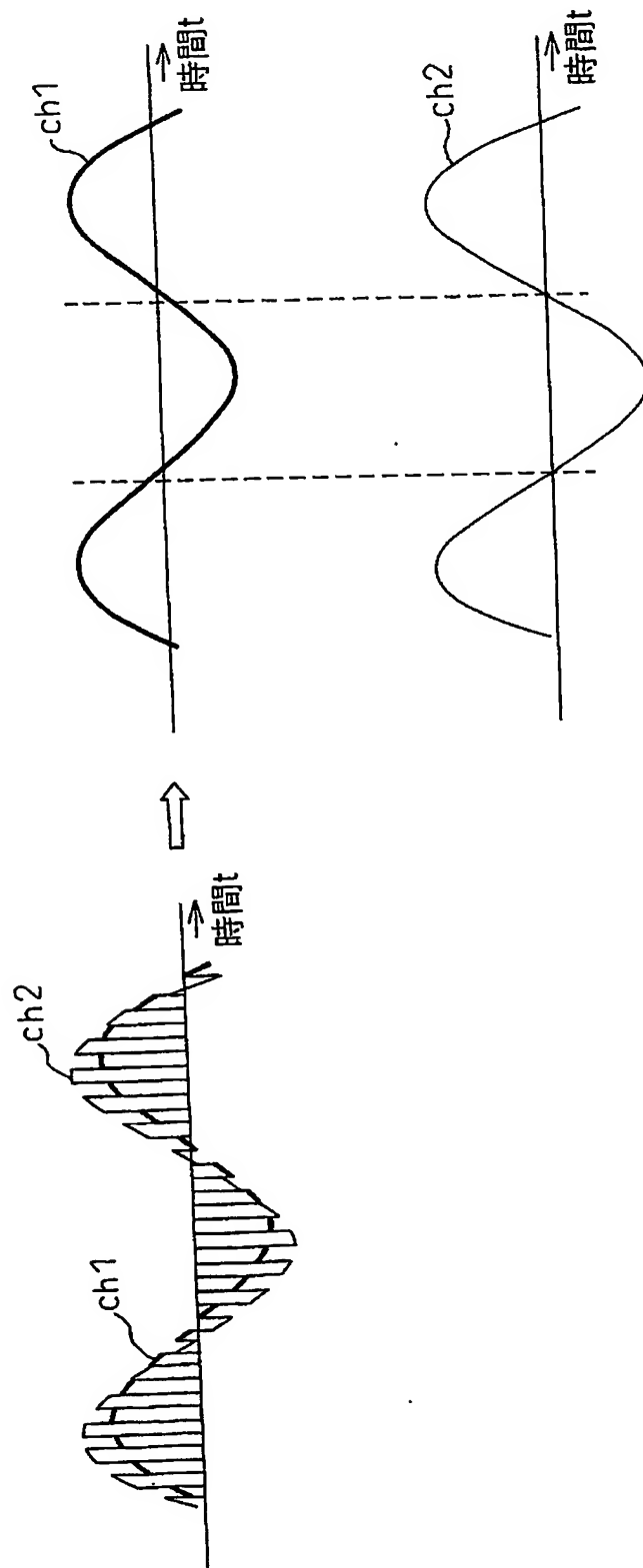
【符号の説明】

【0077】

- 1、5 増幅器
- 2 電圧制御発振器
- 3 変調信号発生器 (MOD)
- 4 第1切換えスイッチ (SW1)
- 6 ミキサ (ダウンコンバート部)
- 7 第2切換えスイッチ (SW2)
- 81、82 バンドパスフィルタ回路 (BPF1、BPF2)
- 9 デジタル信号処理部 (DSP)
- 91、92 アナログーデジタル変換器 (ADF1、ADF2)
- 93 信号特性判断部
- 101、102 調整器

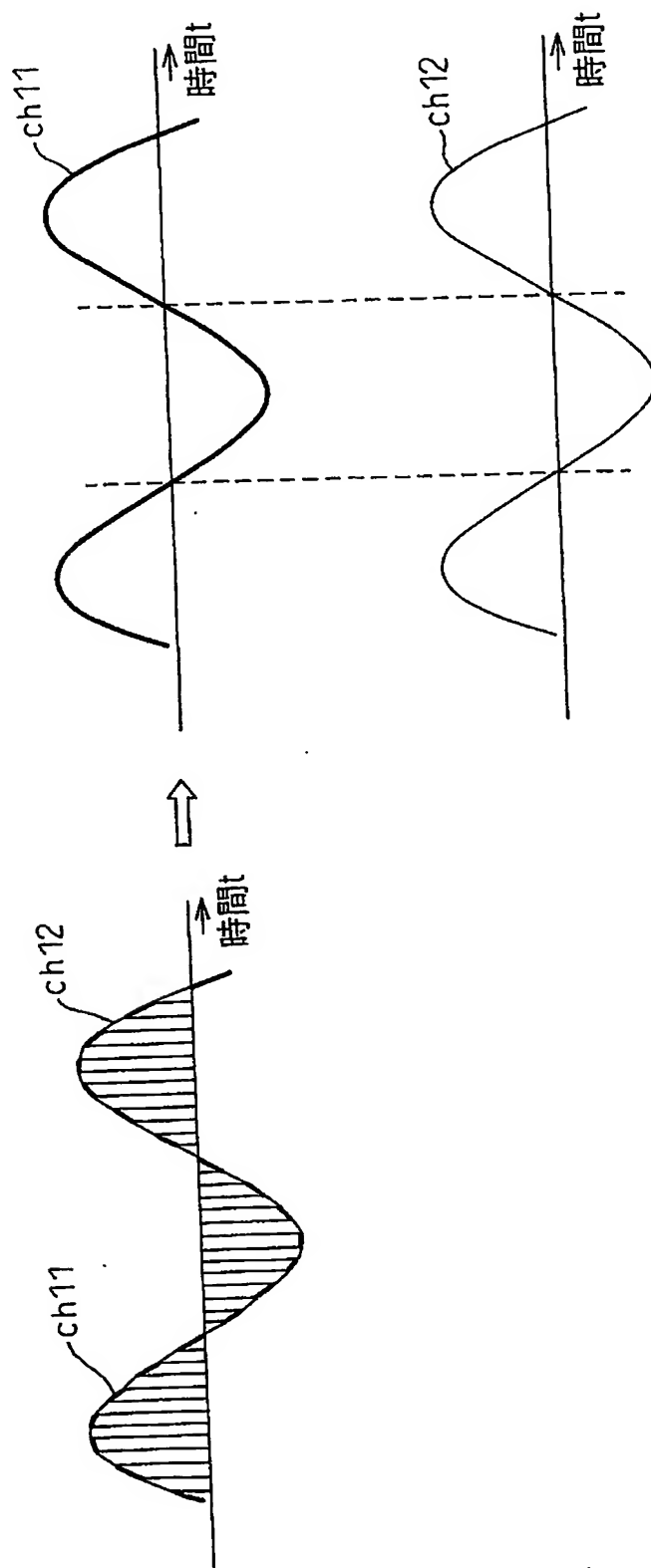
【図 2】

図 2



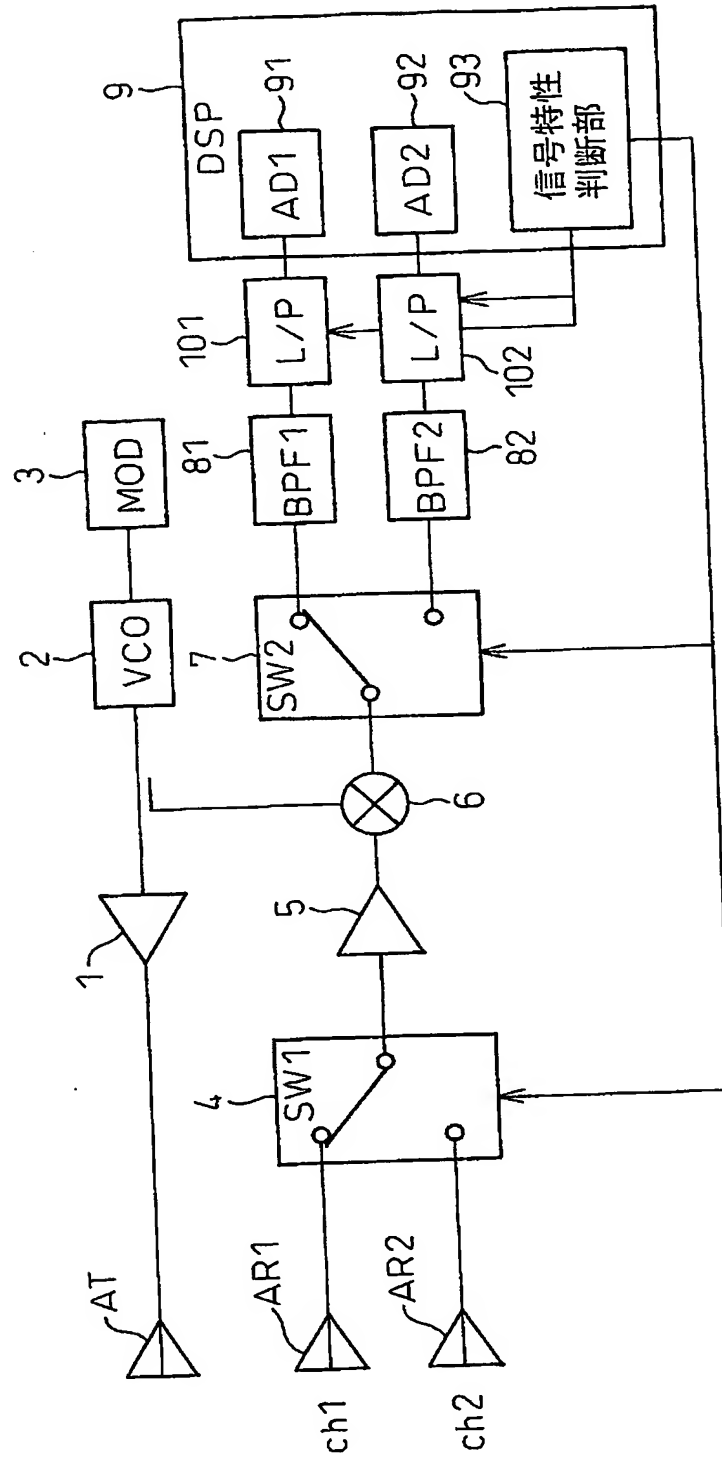
【図 3】

図 3



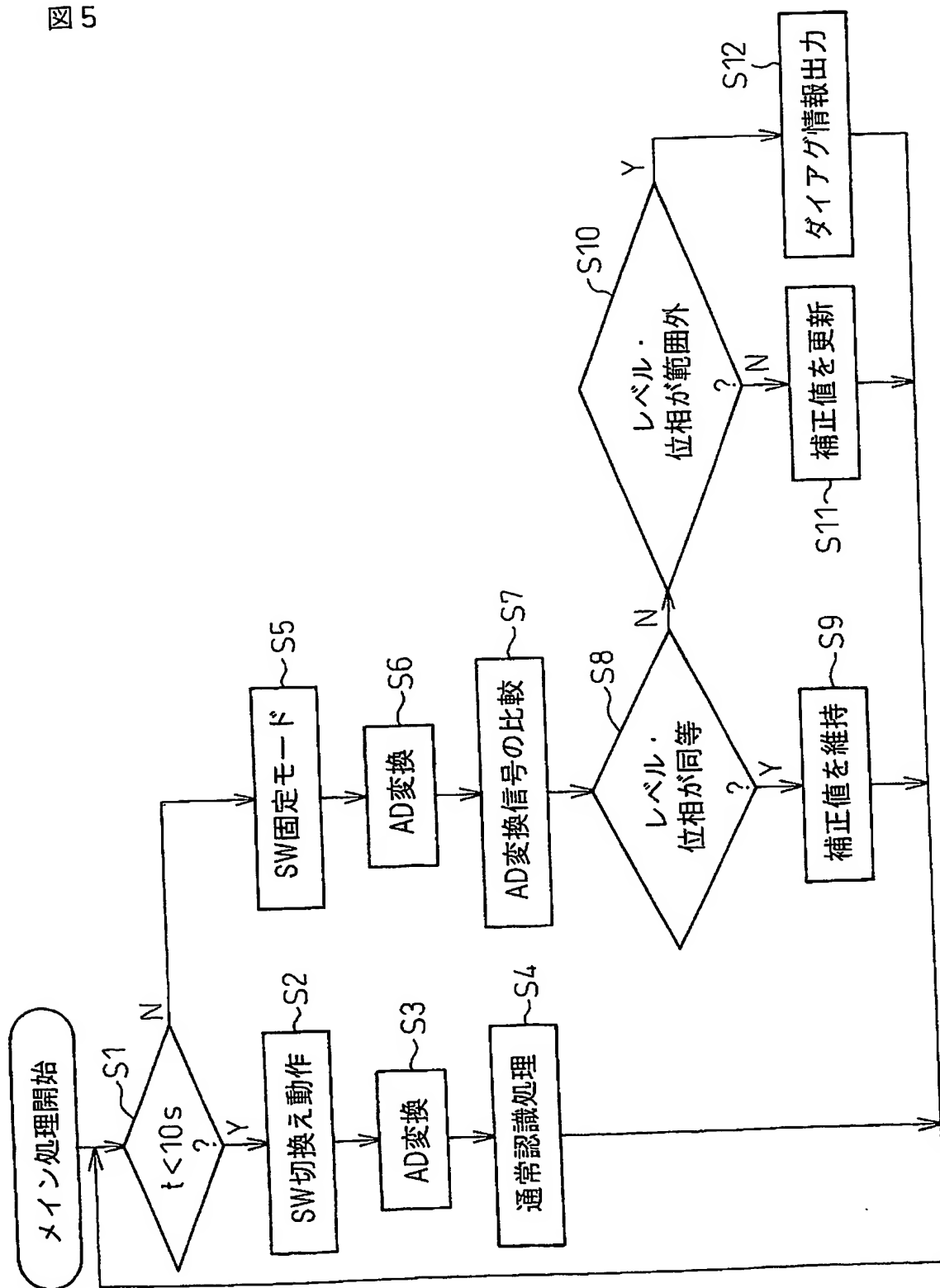
【図 4】

図 4



【図 5】

図 5



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、通常動作時でも、受信回路部の特性変化を判断し、補正処理を行い、工場出荷時の初期調整で補正でき、また、動作中の環境変化による温度変動に、或いは経年劣化に対応して随時補正でき、常に精度向上を図れるレーダ装置を提供する。

【解決手段】 複数の受信アンテナに対応した複数の受信回路系を有し、送信した信号によるターゲットからの反射波を受信し、方位検出、距離測定、速度測定の認識処理を行う。第1切換えスイッチ4でアンテナAR1を固定的に接続し、アンテナAR1で受信した受信チャンネル信号から、第2切換えスイッチ7の切換え動作で、同一特性のチャンネル信号ch11とch12とを生成し、夫々を各受信回路系に入力する。AD変換された各チャンネル信号のレベルと位相を比較して特性判断し、各受信回路系の特性変化を検出した結果により、各受信回路系の特性、又は、各AD変換出力信号の特性を補正する。

【選択図】 図4

特願 2 0 0 4 - 1 8 2 3 5 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 2 3 7 5 9 2]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
[変更理由]	新規登録
住 所	兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 2 8 号
氏 名	富士通テン株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/011402

International filing date: 15 June 2005 (15.06.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-182352
Filing date: 21 June 2004 (21.06.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 07 July 2005 (07.07.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse